

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) The Patent Agency of Japan (JP)

(12) **Official Patent Gazette (A)**

**Patent Pending, No. P2001-136016 (P2001-136016A)**

(43) Opened in Public 2001. 5. 18

(51) Int. C1.        H01Q 3/24, 3/26, 25/00  
      F1: H03Q 3/24, 3/26, 25/00

F Term (Reference):        5J021 AA05 AA06 DB02 DB03 DB04 EA04  
                                 EA06 FA31 FA32 FA34 GA02 HA05 JA07

Request of Examination: **No examination requested.**

(21) Appl. No.: H11-315613

(22) Filed: 1999. 11. 5

(71) Applicant: 000002130  
                  Sumitomo Electric Industries, Ltd.  
                  4-5-33, Kitahama, Chuo-ku, Osaka, Japan

(72) Inventor: Noriyuki Tago  
                  c/o Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka Mfg.  
                  1-1-3, Shimaya, Konohana-ku, Osaka, Japan

(72) Inventor: Katsuyuki Imai  
                  c/o Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka Mfg.  
                  1-1-3, Shimaya, Konohana-ku, Osaka, Japan

(72) Inventor: Yoji Okada  
                  c/o Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka Mfg.  
                  1-1-3, Shimaya, Konohana-ku, Osaka, Japan

(74) Patent Attorney: 100075155 Hiromasa Kamei (+ 2)

(54)[Name of invention] **Beam Scanning Antenna System**

(57)[Abstract]

**[Subject]** At the beam scanning antenna system that able to keep gain with vector to the between beam and beam that is depending to composite appropriate power ratio chosen adjacent two beams, obtain desired beam direction with power dividing at simple analog circuit and theoretically no-loss.

**[Solving Method]** Refer to Fig. 1. Divides signal from transceiver 6 to two signals V1 and V2 of variable power ratio by divider/combiner 5, variable phase shifter 4a, 4b and hybrid 3. Then, input these signals to the applicable adjacent beam selection terminals 7 respectively by the electronic switch 2.

**[Area of Patent Claims]**

**[Claim 1]** The multi-beam antenna contains the beam selection terminals that shall select any of beams. The signal dividing method that shall divides one signal into two power ratio variable signals. The beam scanning antenna system that featuring to consists by two signal terminals for the signals from divided signals, and the switch that responds and connects signals to the adjacent beam selection terminals. The above signal dividing method is connecting to the divider, phase shifter and hybrid.

**[Claim 2]** The multi-beam antenna contains the beam selection terminals that shall select any of beams. The selecting switch that corresponds to the any of two adjacent beams to be connected to the beam selection terminals of the multi-beam antenna. The switch that shall connects two signal terminals to the beam selecting terminals for corresponding to the any of adjacent two beams. Shall connects it to the two signal terminals of switch that method provides composite signals from two variable power ratio signals to one signal, that the beam scanning antenna system that features above signal composition method consists hybrid, phase shifter and combiner.

**[Details of the Invention]**

[0001]

**[Technical Area of Invention]** This invention is concerning to the beam scanning antenna system that able to keep gain even to the vector between beam and beam

[0002]

**[Current Technology]** The Array Antenna and Multi-beam antenna are well known for the antenna that able to scan direction of beams. The array antenna has many same antenna elements that able to obtain required direction by supplying differential signals of

amplitudes and phases to antenna elements respectively. The array antenna requires numbers of phase shifters to meet number of antenna elements.

[0003] The multi-beam antenna has plural input terminals and plural antenna elements of different beam directions, that is a system getting selection of the antenna elements to be corresponding to the relating signal input terminals. The multi-beam antennas employed Butler Matrix Circuit for connecting selectable input terminals and antenna terminals. The multi-beam antenna is simplified structure that does not require numbers of phase shifter to meet numbers of antenna element, but can not scan beam continuously that has weak point for the less gain against the signals coming from between beam and beam.

[0004] Then, offered the beam scanning antenna system that can keep gain against the signals coming from between beam and beam that select adjacent two beams, and vector them by random power dividing ratio. (Ref. [Evaluation of Variable Multi-Beam Antenna Incorporated FFT Circuit of Microwave and Variable Power Two Divider] by Kira and others of Shin-Gaku-Gi-HouA•P98-45, pp.37-42, 1998-08)

[0005]

**[The Subject of Solving by Invention]** According to the reference above, set the power divide ratio by Digital Signal Processing of Digital Signal processor at the level of intermediate frequency. Then, convert it to the signal that designated setting by the frequency converter that supplies signal to the multi-beam antenna. (Refer to the Fig. 1 of above reference book.) Therefore, the technology under the above reference book requires actual installation of the digital signal processing circuit and the frequency converter that makes complicated circuit structures.

[0006] Then, it is preferable if can divide power of analog signals as it is that does not rely digital signal processing. As example, divide signals simply by the variable resistor that makes power loss that is not preferable. This invention is theoretically no loss, and the purpose is the beam scanning antenna system with simple structure that can get designated direction under power dividing of analog signal as is.

[0007]

**[Solving Method of the Subject]** (1) This beam scanning antenna system under this invention is that incorporate the multi-beam antenna that contains the beam selection terminals for selecting any of beam and method of signal dividing of the signals to the variable power ratio into two signals. Then, the signal to be supplied from method of the signal dividing to the two signal terminals, and provides the switch for connecting any of these beams that are corresponding to the adjacent beam selecting terminals of multi-beam

antenna respectively. This method of signal dividing shall connect divider, phase shift and hybrid. (Claim 1)

[0008] This structure shall divides signals into two signals by the divider, and supply any differential phases by phase shifter to the hybrid that can divide signals in the designated power ratio. Supply these two signals to the adjacent beam selecting terminals through switch that can transmit the beam that has direction between the adjacent two beams.

(2) The beam scanning antenna system under this invention incorporates connections of the hybrid, phase shifter and combiner for method of above signal composition that multi beam antenna contains beam selecting terminals for selecting any of beams that to be connected to the beam selecting terminals of the multi beam antenna, And contains a switch for connecting two signal terminals to the adjacent corresponding beam terminals, and contains the composite two signals under method of variable power ratio into one signal. (Claim 2)

[0009] Input the signal of different power ratio into hybrid, the signal does have different phases corresponding in the power ratio. Then, multiplex by the combiner, and in-phase by phase shifter that can receive signals from between beam and beam at maximum sensitivity. Also, it can set null when reverse phases each other. Adjust phases by phase shifter that can change beam directions.

[0010]

**[Form and Operation of Invention]** As below, shall explain details the form and operation of the application for the multi beam antenna for transmitting antenna under this invention referring to the attached drawings. Fig 1 is the block diagram that shows structure of the beam scanning antenna system. The beam scanning antenna system is that the multi beam antenna 1 that incorporate plural beam selecting terminals 7 of the multi beam antenna 1 and the beam selecting terminal 7 of the multi beam antenna 1 with two of signal terminal 8, and the switch that shall connect two of signal terminal 8 to the beam selecting terminal 7 corresponding to the adjacent any of two beams, And two of the terminal 8 of electric switch to be connected to the terminals T1 and T2 of the 90 degree hybrid 3, and the variable phase shifter 4a and 4b to be connected respectively to the two terminals T3 and T4 of the 90 degree hybrid 3, And the divider/combiner(thereafter divider) 5 to be connected to the variable phase shifters 4a and 4b. The divider 5 is connected to the transceiver 6.

[0011] The above 90 degree hybrid 3 is consisted by 3dB directional coupler(constructed by face to face toward bilateral metal plates), bridge diplexer, rat race circuit, hybrid ring

and short slot. Indicate the signal from transceiver as complex voltage **V0**. The divider divides **V0** to the signals  $V0/2^{1/2}$  equally. The variable phase shifters **4a** and **4b** shall forward and/or delay the phase of the input signals  $\varnothing$  and  $-\varnothing$  respectively. Accordingly, the output signal **V4** of the variable phase shifter will be;

$$V4=2^{-1/2}V0 \exp (j\varnothing) \quad (1)$$

Output signal **V3** of the variable phase shifter **4b** is;

$$V3=2^{-1/2}V0 \exp (-j\varnothing) \quad (2)$$

[0012] The hybrid shall forwards phase of input signal **V4** of terminal **T4** to 45 degree, and shall delay phase of input signal **V3** of terminal **T3** to 45 degree, that shall outputs vector signal **V1** of respective signals to terminal **T1**. That shall delay phase of the input signal **V4** from the terminal **T4** to 45 degree and forwards the phase of the input signal **V3** from the terminal **T3** to 45 degree. Then, outputs respective vector signal **V2** to terminal **T2**. Accordingly, vector signals **V1** and **V2** shall be;

$$V1=2^{-1/2}[V4 \exp (+j45^\circ) + V3 \exp (-j45^\circ)] \quad (3)$$

$$V2=2^{-1/2}[V4 \exp (-j45^\circ) + V3 \exp (+j45^\circ)] \quad (4)$$

**V1** and **V2** shall be indicated from above formula as;

$$V1=V0 \cos (\varnothing+45^\circ) \quad (5)$$

$$V2=V0 \cos (\varnothing-45^\circ) \quad (6)$$

[0013] If phase angle  $\varnothing$  can be changed from  $-45^\circ$  to  $+45^\circ$ , it can change amplitude of **V1** from 1 to 0 and **V2** from 0 to 1 without change phase of **V1** and **V2** under these formulas (5) and (6). Accordingly, it can power dividing consequently. The electric switch **2** shall connects two input signals to the beam selecting terminals **7** that corresponds to any adjacent two beams. Refer to the example of six terminals of the beam selecting terminal **7** that will be Fig 2.

The electric switch **2** of the Fig. 2 incorporated two pieces of five contacts switch **21**, and four pieces of two contacts switch **22**. These switch **21** and **22** shall connects input terminals **8a** and **8b** to two of adjacent random beam selected terminals. Connect to the beam selecting terminals **7b** and **7c** in case of Fig. 2.

[0014] As the concrete example of the elements of these switch consisted by plural diodes, Fig. 3 shows example of the switching circuit. Under this example, structure consists by plural diodes **D1~D6**. Switching ON and OFF shall be made by controls of the bias voltages. At the bias **A** as plus voltage potential and bias **B** as minus voltage potential that output 2 shall be ON. At the bias **A** as minus voltage potential and bias **B** as plus voltage potential that output 1 shall be ON. At the both biases plus voltage potential, both outputs shall be OFF.

[0015] Fig. 4 is the plotted graph of the output power along with beam directions using the beam scanning antenna system that transmission power vector of the beam **B** with direction of the between adjacent two beams **B1** and **B2**. Fig. 5 is the vector graph of the power dividing ratio and the direction  $\theta$  of the beam **B** at the power dividing ratio to the beam selection terminals that is shown on the horizontal axis corresponding to the beam direction of the beam **B**. Subject to the beam nose of the beam **B1** as  $\theta_1$ , beam nose of the beam **B2** as  $\theta_2$ , beam nose of the beam **B** can be suggested as  $\theta$  ( $\theta_1 < \theta < \theta_2$ ). This  $\theta$  shall be depended on the power dividing ratio of **V1** and **V2**, and the power dividing ratio of the **V1** and **V2** shall be determined to any amount by the changes of the phase angle  $\theta$  of the phase shifter **4a** and **4b** from  $-45^\circ$  to  $+45^\circ$ .

[0016] Actual beam scanning antenna system contains divider **5**, variable phase shifter **4a** and **4b**, and 90 degree hybrid **3** that create insertion loss, but total loss shall be less than 1dB. Then, explains other case. Fig. 6 is the block diagram that shows one side only forwarded  $2\theta$  by the phase shifter **4c** of the signal among divided the signals equally by the divider **5**.

[0017] The formula equivalent to the above (5) and (6) under this structure will be as follows.

$$V1 = V0 \cos(\theta + 45^\circ) \exp(j\theta) \quad (7)$$

$$V2 = V0 \cos(\theta - 45^\circ) \exp(j\theta) \quad (8)$$

Accordingly, the power dividing can be made even changed phased vector  $2\theta$  from  $-90^\circ$  to  $+90^\circ$  by phase shifter **4C** under structure of Fig. 6. However, the circuit structure of Fig. 6, the phase shifter **4C** is incorporated one side only. The unbalanced power shall be occurred compared with Fig. 1. The insertion loss of the phase shifter **4C** is originally extremely low that can be ignored.

[0018] Explained beam scanning antenna system under this invention to be used for transmission as above. This beam scanning antenna system for receiving that the circuit

structure of Fig. 1 can also be applied due to the reciprocity theorem that shall be omitted. (However, divider **5** shall read as combiner **5**.)

[0019]

### **[Effect of the Invention]**

As noted above, the simple circuit structure can scan beam direction of the between beam and beam of the multi beam antenna without digital signal processing under this invention.

Accordingly, the beam scanning antenna system can be made theoretically no-loss by the power dividing with the analog signal kept as is.

### **[Simple Explanation of the Drawings]**

[Fig. 1] is the block diagram of the beam scanning antenna system showing structure.

[Fig. 2] is the circuit showing structure of the electric switch that has six beam selection terminal **7**.

[Fig. 3] is a circuit diagram of the switch.

[Fig. 4] is the plot graph of the transmission power directed to the beam at the transmitting beam **B** that has direction to the adjacent two beams **B1** and **B2** using with the beam scanning antenna system.

[Fig. 5] is a graph showing vector angle  $\theta$  of the beam **B** and the power dividing ratio that the power dividing ratio of the beam selecting terminals corresponding to the beam **B2** shown on the horizontal axis.

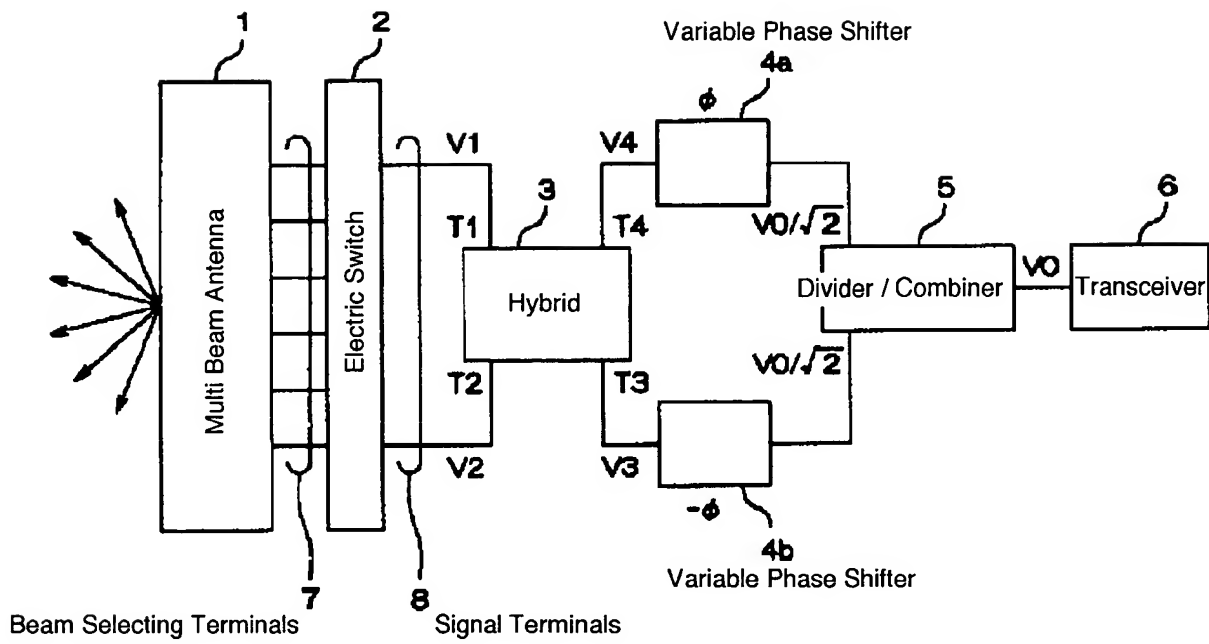
[Fig. 6] is the diagram showing  $2\theta$  delay by the phase shifter **4C** that supplied signal one side only among equally divided signals by divider **5**.

### **[Explanation of the Symbol]**

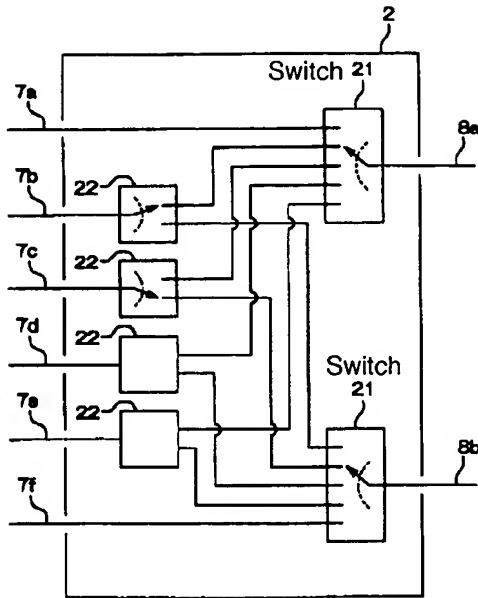
- 1      Multi Beam Antenna
- 2      Electric Switch
- 3      90 degree Hybrid
- 4a, 4b, 4c    Phase Shifter
- 5      Divider/Combiner
- 6      Transceiver
- 7      Beam selecting Terminal
- 8      Signal Terminal
- 21, 22      Switch



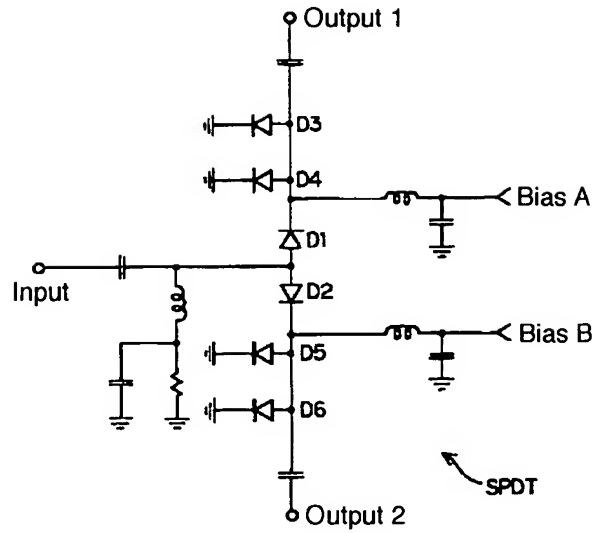
Fig. 1



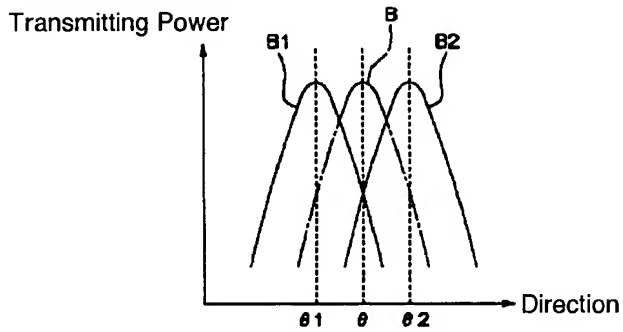
**Fig. 2**



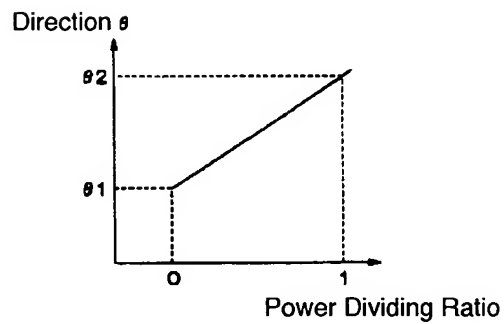
**Fig. 3**



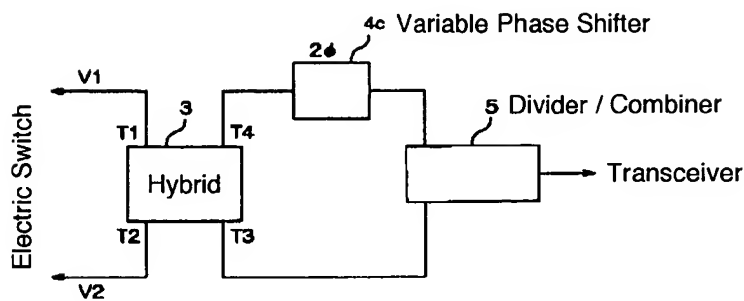
**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-136016  
(P2001-136016A)

(43)公開日 平成13年5月18日(2001.5.18)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 Q 3/24		H 0 1 Q 3/24	5 J 0 2 1
3/26		3/26	Z
25/00		25/00	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(31)出願番号 特願平11-315613

(22)出願日 平成11年11月5日(1999.11.5)

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 多湖 紀之

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電

気工業株式会社大阪製作所内

(72)発明者 今井 克之

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電

気工業株式会社大阪製作所内

(74)代理人 100075155

弁理士 亀井 弘勝 (外2名)

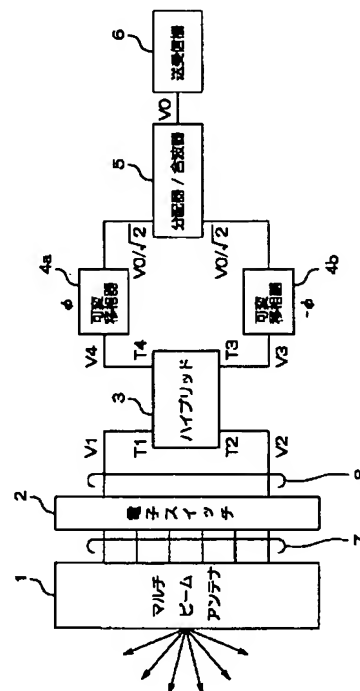
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ビーム走査式アンテナ装置

(57)【要約】

【課題】隣接2ビームを選択し、任意の電力分配比で合成することにより、ビームとビームの間の方角に対しても利得を保つことのできるビーム走査式アンテナ装置において、原理的に無損失、かつ、簡単なアナログ回路構成で、電力分配をして所望の指向性を得る。

【解決手段】送受信機6の信号を、分配器5、可変移相器4a、4b及びハイブリッド3により、電力比が可変である2つの信号V1、V2に分配し、これらの信号を、電子スイッチ2を用いて隣接する任意の2ビームに対応するビーム選択端子7にそれぞれ入力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】いずれかのビームを選択するためのビーム選択端子を有するマルチビームアンテナと、

1つの信号を、電力比が可変である2つの信号に分配する信号分配手段と、

信号分配手段から信号が供給される2つの信号端子を持ち、この2つの信号端子を、マルチビームアンテナの隣接する任意の2ビームに対応するビーム選択端子にそれぞれつなぐ切換スイッチとを備え、

前記信号分配手段は、分配器、移相器及びハイブリッドを接続したものであることを特徴とするビーム走査式アンテナ装置。

【請求項2】いずれかのビームを選択するためのビーム選択端子を有するマルチビームアンテナと、

マルチビームアンテナのビーム選択端子に接続されるとともに、2つの信号端子を持ち、この2つの信号端子を、隣接する任意の2ビームに対応するビーム選択端子にそれぞれつなぐ切換スイッチと、

切換スイッチの2つの信号端子に接続され、電力比が可変である2つの信号を1つの信号に合成する信号合成手段とを備え、

前記信号合成手段は、ハイブリッド、移相器及び合波器を接続したものであることを特徴とするビーム走査式アンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチビームアンテナのビームとビームの間の方向に対しても利得を確保することのできるビーム走査式アンテナ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ビームの方向を走査することのできるアンテナとして、アレーアンテナやマルチビームアンテナが知られている。アレーアンテナは、同じアンテナ素子を多数配列し、それぞれのアンテナ素子に振幅と位相の異なる信号を与えることにより、所望の指向性を得ることができる装置である。アレーアンテナは、アンテナ素子の数だけ移相器が必要となる。

【0003】一方、マルチビームアンテナは、複数の入力端子と指向性の異なる複数のアンテナ素子とを持ち、いずれかの入力端子に給電すると、その入力端子に対応した所定のアンテナ素子を選択することができる装置である。マルチビームアンテナには、入力端子とアンテナ端子とを選択的に接続するためのバトラーマトリックス回路が備えられている。前記のマルチビームアンテナは、アレーアンテナのようにアンテナ素子の数の移相器を必要としないので構成が簡単になるが、ビームを連続的に走査できないため、ビームとビームの間の方向から来る電波に対して利得が下がることが難点であった。

【0004】そこで、隣接2ビームを選択し、任意の電

力分配比で合成することにより、ビームとビームの間の方向に対しても利得を保つことのできるビーム走査式アンテナ装置が提案されている（吉良他「マイクロ波FFT回路と可変電力2分配器を用いた可変マルチビームアンテナの評価」信学技報A・P98-45, pp.37-42, 1998-08）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記文献によれば、中間周波数の段階で、ディジタルシグナルプロセッサを用いたディジタル信号処理により電力分配比を設定している。その後周波数変換器により、所定の周波数の信号にまで変換して、マルチビームアンテナに供給している

（前記文献の図1参照）。このため前記文献の技術では、ディジタル信号処理回路、周波数変換器の実装が必要になり、回路構成が複雑化している。

【0006】そこで、ディジタル信号処理によらず、アナログ信号のまま電力分配ができれば好ましいが、例えば単純に可変抵抗器で分配するのでは電力損失を発生するので、好ましくない。本発明は、原理的に無損失、かつ、簡単な回路構成で、アナログ信号のまま電力分配をして所望の指向性を得ることができるビーム走査式アンテナ装置を実現することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】(1)本発明のビーム走査式アンテナ装置は、いずれかのビームを選択するためのビーム選択端子を有するマルチビームアンテナと、1つの信号を、電力比が可変である2つの信号に分配する信号分配手段と、信号分配手段から信号が供給される2つの信号端子を持ち、この2つの信号端子を、マルチビームアンテナの隣接する任意の2ビームに対応するビーム選択端子にそれぞれつなぐ切換スイッチとを備え、前記信号分配手段は、分配器、移相器及びハイブリッドを接続したものである（請求項1）。

【0008】この構成であれば、信号を、分配器で2分配して、移相器で任意の位相差をつけてハイブリッドに送り込めば、ハイブリッドから所定の電力比で分配することができる。これらの2信号を、切換スイッチを通して隣接するビーム選択端子に給電してやれば、当該隣接する2ビームの間に指向性を持つビームを送信することができる。

(2)本発明のビーム走査式アンテナ装置は、いずれかのビームを選択するためのビーム選択端子を有するマルチビームアンテナと、マルチビームアンテナのビーム選択端子に接続されるとともに、2つの信号端子を持ち、この2つの信号端子を、隣接する任意の2ビームに対応するビーム選択端子にそれぞれつなぐ切換スイッチと、切換スイッチの2つの信号端子に接続され、電力比が可変である2つの信号を1つの信号に合成する信号合成手段とを備え、前記信号合成手段として、ハイブリッド、移相器及び合波器を接続したものを採用する（請求項

2)。

【0009】電力比が異なる信号がハイブリッドに入力されると、ハイブリッドを通した信号は、電力比に応じた位相差を持つ。そこで、移相器で調節して同相とした上で、合波器で合波すると、ビームとビームの間の方向から来る電波を最大感度で受信することができる。また、逆相とすると、ビームとビームの間の方向をヌルとすることもできる。このように、移相器で位相を調節することにより、ビームを任意の方向に振ることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、マルチビームアンテナを送信アンテナに使用する場合の本発明の実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、ビーム走査式アンテナ装置の構成を示すブロック図である。ビーム走査式アンテナ装置は、複数のビーム選択端子7を有するマルチビームアンテナ1と、マルチビームアンテナ1のビーム選択端子7に接続されるとともに、2つの

$$V4=2^{-1/2}V0 \exp(j\phi)$$

可変移相器4bの出力信号V3は、

$$V3=2^{-1/2}V0 \exp(-j\phi)$$

となる。

【0012】ハイブリッドは、端子T4から入力される信号V4の位相を45度進ませ、端子T3から入力される信号V3の位相を45度遅らせて、それぞれの和の信号V1を端子T1に出力し、端子T4から入力される信

$$V1=2^{-1/2}[V4\exp(+j45^\circ)+V3\exp(-j45^\circ)] \quad (3)$$

$$V2=2^{-1/2}[V4\exp(-j45^\circ)+V3\exp(+j45^\circ)] \quad (4)$$

で表され、以上の(1)式～(4)式から、

$$V1=V0 \cos(\phi+45^\circ) \quad (5)$$

$$V2=V0 \cos(\phi-45^\circ) \quad (6)$$

が導かれる。

【0013】これらの(5)式及び(6)式から、移相角 $\phi$ を $-45^\circ$ から $+45^\circ$ まで変化させれば、V1、V2の位相を変えずに、V1の振幅を1から0まで、V2の振幅を0から1まで変化させることができる。したがって、電力分配ができる。電子スイッチ2は、2つの入力信号を、隣接する任意の2ビームに対応するビーム選択端子7にそれぞれつなぐものである。ビーム選択端子7が6つあるものを例示すると、図2に示すようになる。図2の電子スイッチ2は、2個の5接点スイッチ素子21と、4つの2接点スイッチ素子22とを備え、これらのスイッチ素子21、22の接点選択により、入力端子8a、8bを隣り合う任意の2つのビーム選択端子につなぐものである。図2の場合、ビーム選択端子7b、7cにつないでいる。

【0014】このようなスイッチ素子は、具体的には、複数のダイオード素子の組み合わせで構成される。図3は、スイッチ素子の一例を示す回路図である。この例では、複数のダイオードD1～D6の組み合わせによって

信号端子8を持ち、この2つの信号端子8を、隣接する任意の2ビームに対応するビーム選択端子7にそれぞれつなぐ電子スイッチ2と、電子スイッチの2つの信号端子8に端子T1、T2が接続される90度ハイブリッド3と、90度ハイブリッド3の2つの端子T3、T4にそれぞれ接続される可変移相器4b、4aと、可変移相器4b、4aに接続される分配器／合波器（以下「分配器」という）5とを有するものである。分配器5は、送受信機6に接続されている。

【0011】前記90度ハイブリッド3は、3dB方向性結合器（2つの対向する金属平行平板で構成したもの）、ブリッジダイプレクサ、ラットレース回路、ハイブリッドリング、ショートスロットなどで実現される。送受信機6から供給される信号を複素電圧V0で表すと、分配器5は、V0を $V0/2^{1/2}$ の信号にそれぞれ等分配する。可変移相器4a、4bは、入力される信号の位相をそれぞれ $\phi$ 、 $-\phi$ 進ませるものである。したがって、可変移相器4aの出力信号V4は、

(1)

(2)

号V4の位相を45度遅らせ、端子T3から入力される信号V3の位相を45度進ませて、それぞれの和の信号V2を端子T2に出力するものである。したがって、信号V1、V2は、

構成している。オンオフの切換は、バイアス電圧の制御によって行う。バイアスAを正電位、バイアスBを負電位とすれば出力2がオンになり、バイアスAを負電位、バイアスBを正電位とすれば出力1がオンになり、両バイアスを正電位とすれば、両出力ともオフ状態となる。

【0015】図4は、ビーム走査式アンテナ装置を使用して、隣接する2ビームB1、B2の間に指向性を持つビームBを送信する場合の、送信電力をビームの方向に対してプロットしたグラフである。図5は、ビームB2に対応するビーム選択端子への電力分配比を横軸に表した場合の、この電力分配比と、ビームBの指向角 $\theta$ との関係を示すグラフである。ビームB1のビームノーズを $\theta_1$ 、ビームB2のビームノーズを $\theta_2$ とすると、ビームBのビームノーズは $\theta$ （ $\theta_1 < \theta < \theta_2$ ）とすることができる。この $\theta$ は、V1、V2の電力分配比で決まり、V1、V2の電力分配比は、可変移相器4a、4bの移相角 $\phi$ を $-45^\circ$ から $45^\circ$ まで変えることにより、任意に決定できる。

【0016】なお、本実施形態のビーム走査式アンテナ

装置は、分配器 5、可変移相器 4 a、4 b、90 度ハイブリッド 3 を挿入しているので、それらの素子に基づく挿入損失が発生することになるが、挿入損失は合計でも 1 d B に満たない程度のわずかなものである。次に、他の実施の形態を説明する。図 6 は、分配器 5 により等分配された信号のうち、片方のみを可変移相器 4 c により  $2\phi$  進ませる回路構成を示す図である。

【0017】この構成では、前記(5)式(6)式に相当する式は、次のようになる。

$$V1 = V0 \cos(\phi + 45^\circ) \exp(j\phi) \quad (7)$$

$$V2 = V0 \cos(\phi - 45^\circ) \exp(j\phi) \quad (8)$$

したがって、この図 6 の構成でも、可変移相器 4 c により移相量  $2\phi$  を  $-90^\circ$  から  $90^\circ$  まで変えることにより、電力分配ができることが分かる。ただし、この図 6 の回路構成では、可変移相器 4 c が片方のみ挿入されるので、図 1 の構成と比べると、電力のアンバランスが生じるが、可変移相器 4 c の損失量はもとより少ないので、ほとんど無視できる。

【0018】以上の説明では、本発明のビーム走査式アンテナ装置を送信に使用する場合を想定したが、ビーム走査式アンテナ装置を受信に使用するときも、相反定理により、図 1 の回路構成を同様に適用できる（ただし、分配器 5 は「合波器 5」と読み替える）ので機能説明は省略する。

【0019】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、デジタル信号処理することなく、簡単な回路構成で、マルチビームアンテナ固有のビームとビームの間の方向に対してもビームを走査することができる。したがって、原理的

に無損失、かつ、アナログ信号のまま電力分配をして所望の指向性を得ることができるビーム走査式アンテナ装置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】ビーム走査式アンテナ装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】ビーム選択端子 7 が 6 つある電子スイッチ 2 の構成を示す回路図である。

【図 3】スイッチ素子の一例を示す回路図である。

【図 4】ビーム走査式アンテナ装置を使用して、隣接する 2 ビーム B 1、B 2 の間に指向性を持つビーム B を送信する場合の、送信電力をビームの方向に対してプロットしたグラフである。

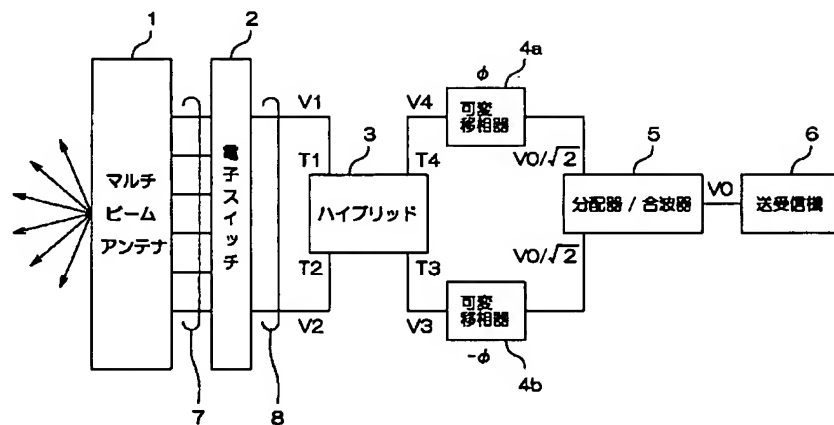
【図 5】ビーム B 2 に対応するビーム選択端子への電力分配比を横軸に表した場合の、この電力分配比と、ビーム B の指向角  $\theta$  との関係を示すグラフである。

【図 6】分配器 5 により等分配された信号のうち、片方のみを可変移相器 4 c により  $2\phi$  遅らせる回路構成を示す図である。

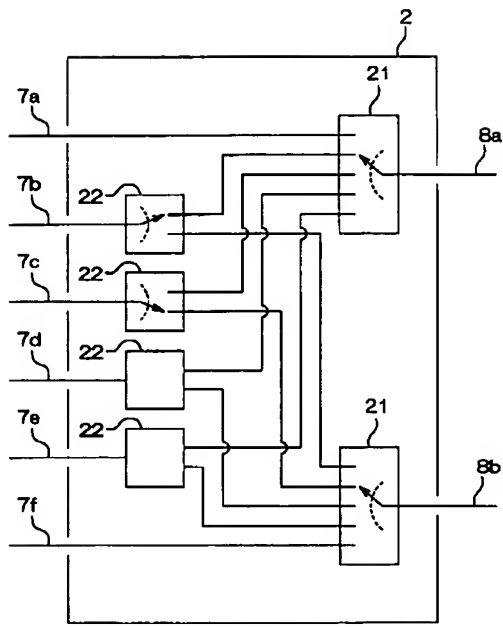
【符号の説明】

- 1 マルチビームアンテナ
- 2 電子スイッチ
- 3 90 度ハイブリッド
- 4 a、4 b、4 c 可変移相器
- 5 分配器／合波器
- 6 送受信機
- 7 ビーム選択端子
- 8 信号端子
- 2 1、2 2 スwitch素子

【図 1】

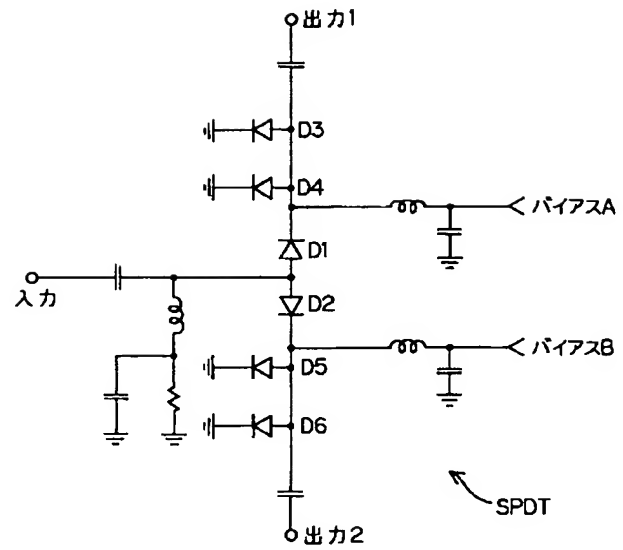


【図2】

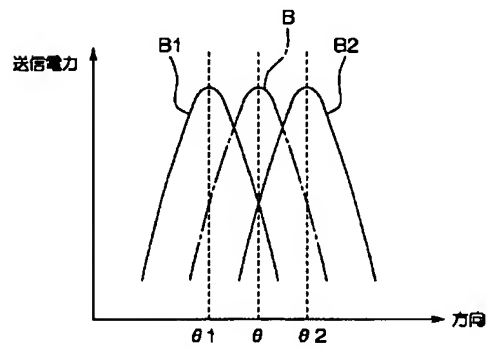


【図4】

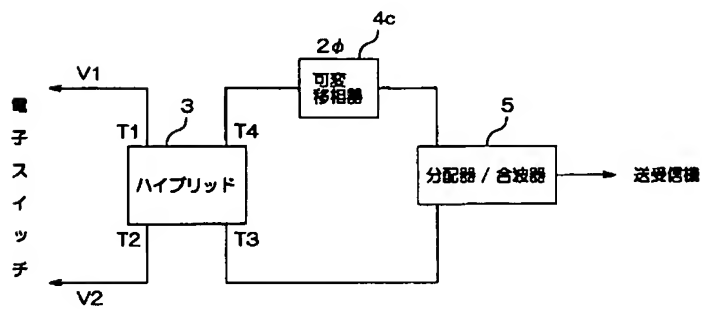
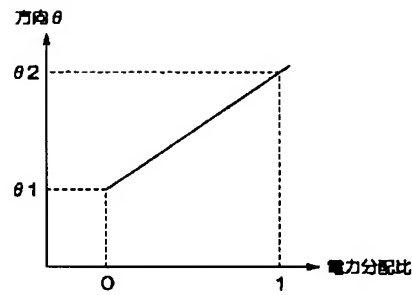
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 岡田 洋侍  
大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電  
気工業株式会社大阪製作所内

F ターム(参考) 5J021 AA05 AA06 CA06 DB02 DB03  
DB04 EA04 FA06 FA31 FA32  
FA34 GA02 HA05 JA07